Current Issue Review 79-2E

GREENHOUSE GASES AND CLIMATE CHANGE

Christine Labelle
Science and Technology Division

Revised 25 September 2000

Library of Parliament
Bibliothèque du Parlement

Parliamentary Research Branch

The Parliamentary Research Branch of the Library of Parliament works exclusively for Parliament, conducting research and providing information for Committees and Members of the Senate and the House of Commons. This service is extended without partisan bias in such forms as Reports, Background Papers and Issue Reviews. Research Officers in the Branch are also available for personal consultation in their respective fields of expertise.

CE DOCUMENT EST AUSSI PUBLIÉ EN FRANÇAIS

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

101-06523/

TABLE OF CONTENTS

Page

ISSUE DEFINITION 1

BACKGROUND AND ANALYSIS 2

A. The Relationship between Atmospheric CO_2 and the Greenhouse Effect 2
B. Sources and Reserves of CO_2 2
C. Increase in Greenhouse Gases 4
1. Carbon Dioxide 5
2. Other Greenhouse Gases 5
D. New Greenhouse Gas Data 6
1. Ocean Flows 6
2. Foraminifers and Ice-Core Data 7
3. Forecasting Models 9
E. International Measures: The Kyoto Convention 11

PARLIAMENTARY ACTION 13

CHRONOLOGY 15

SELECTED REFERENCES 18

CANADA

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

GREENHOUSE GASES AND CLIMATE CHANGE*

ISSUE DEFINITION

The greenhouse theory holds that adding large quantities of carbon dioxide, and just as importantly, other trace gases, to the atmosphere will warm the earth. Increasing numbers of climatologists, researchers and environmental groups believe that the higher concentrations of these gases will induce a global warming sufficient to cause extensive disruption in climatic patterns. Other groups of researchers, however, continue to doubt theories of global warming, which are based solely on theoretical models of the atmosphere. However, the model projections are complex, and even scientists who are strong advocates of greenhouse theories admit that important scientific data are still lacking to support them. Although absolute proof is hard to find, more and more factual evidence seems to point to a causal relationship between atmospheric pollution and meteorological developments.

To help achieve some order and direction from the conflicting scientific evidence, the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) was created in 1988. The mandate of this United Nations-sponsored body is to assess – on a comprehensive, objective, open and transparent basis – the scientific, technical and socio-economic information relevant to understanding the risk of human-induced climate change. The IPCC published its first report on climate change in 1990; however, at that time there was insufficient scientific evidence to state that world climate was being affected by human activities. In 1995, the IPCC's second report stated that: "... the balance of evidence suggests that there is a discernible human influence on global climate." Two years later, in December 1997, more than 160 countries adopted the *Kyoto Protocol* which aimed at reducing the effects of greenhouse gases that appear to contribute to climate change. Since then, 84 countries have signed the Protocol; as well, more and more initiatives, particularly voluntary ones, have been set in motion for reducing atmospheric pollution.

---

* The original version of this Current Issue Review was published in September 1979. The paper has been regularly updated and was extensively revised in June 1999.

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

BACKGROUND AND ANALYSIS

A. The Relationship between Atmospheric CO_2 and the Greenhouse Effect

The earth receives radiant energy from the sun but it must re-radiate that energy back into space or our world would become progressively hotter. Solar energy arrives at the earth's surface at wavelengths lying predominantly within the visible part of the electromagnetic spectrum. The earth re-radiates energy, however, at longer wavelengths which concentrate in the far infrared or "heat" end of that spectrum. The energy of these longer wavelengths is more readily absorbed by naturally occurring carbon dioxide (CO_2) and water vapour in addition to other infrared-absorbing gases such as nitrous oxide, methane, chlorofluorocarbons and ozone. This absorption occurs primarily in the troposphere, the region from the earth's surface up to an altitude of 10 to 15 km.

When these molecules absorb energy, they cause general atmospheric warming, a phenomenon commonly called the "greenhouse effect." These gases thus act like a "thermal blanket" around the earth, and as their atmospheric concentration increases, together with the absorption of energy in the infrared, incoming radiation temporarily exceeds outgoing radiation. The temperature of the atmosphere rises, and a new radiation balance is established.

Early estimates of the increase in the mean global temperature of the lower atmosphere that could result from a doubling of the current CO_2 concentration lay between 1.5° and 4.5°C. The more complex model of Dr. J. Mitchell and co-workers at the United Kingdom Meteorological Office takes into account previously missing feedback phenomena and predicts maximum global mean annual surface air warming in the range of 1.9 to 2.5°C. In a review of recent technical reports and scientific papers relevant to the science of climate change, Environment Canada suggested in 1997 that a doubling of carbon dioxide levels would cause the average global temperature to rise by a minimum of 0.98°C. Over the past century, the average global temperature is believed to have increased by approximately 0.3 to 0.6° C, and it could continue to increase over the next 100 years.

B. Sources and Reserves of CO_2

Carbon dioxide is the vehicle that transports carbon through the carbon cycle. It is removed from the air by plants during photosynthesis to make solid organic compounds, and when

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

these compounds are respired, CO_2 is again released to the atmosphere. Carbon dioxide dissolves in the oceans as bicarbonate and can be converted to the solid, calcium carbonate, by shellfish. In the very long term, CO_2 can be converted to fossil fuels. This is the role of carbon dioxide in carbon circulation (a biogeochemical cycle), which consists of both living and nonliving components.

Over the past half-billion years of our planet's more than 4.5-billion-year history, a small percentage of the carbon circulating through the earth's surface environment has been diverted and stored in sedimentary rocks as fossil fuels. In mankind's recent history there is believed to have been an approximate balance in the exchange of carbon between the atmosphere and the oceans. In the course of a century or two, however, industrial activity has returned to the atmosphere a portion of the carbon that nature had been storing in fossil fuels over many millions of years.

Worldwide human activity is helping to release more than 24 billion tonnes of CO_2 every year. Direct combustion and non-energy uses of fossil fuels are responsible for some 98% of total carbon dioxide emissions and 78% of total greenhouse gas (GHG) emissions. Future levels of emissions are conjectural, depending upon the assumptions made regarding population growth, technological change, the global economy, energy conservation, fuel costs and the evolution in the mix of energy sources to satisfy energy requirements.

Terrestrial biota and soils contain roughly three times as much carbon as the atmosphere; accordingly, their alteration can add or subtract CO_2 from the atmosphere. Intensive agriculture and various development activities may bare the soil surface and lead to erosion and loss of organic carbon. Forest harvesting without provision for natural regeneration or reforestation may result in a net loss of carbon if the wood is burnt. If the area is reforested and the wood used for construction purposes, however, there is a net capture of carbon dioxide.

Measurements suggest that only about half of the total amount of anthropogenic CO_2 produced over the past century has actually stayed in the atmosphere; CO_2 must be absorbed or stored somewhere or the atmospheric concentration would be greater than observed. A number of phenomena may be acting as carbon dioxide sinks by absorbing some of the CO_2 and helping to diminish its concentration. For example, introducing new crops into previously unsuitable climatic zones and fertilizing plants to stimulate growth may well be countering much of the carbon loss due to deforestation and land disturbance. In addition, higher concentrations of carbon dioxide have

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

been found to stimulate both the rate and extent of plant growth in the vast majority of species tested.

Forests are probably the earth's biggest reservoirs of CO_2, unless they are actually a source of carbon, which has to be scientifically confirmed. In Canada, the Department of Natural Resources has launched the Boreal Ecosystem Atmosphere Study (BOREAS), an international inter-disciplinary project that will make it possible to study Canada's boreal forests. Observations will be made of the forest's interaction with the atmosphere, its capacity for storing CO_2, and its vulnerability to climate change. According to the most recent data, the ability of conifers – the major component of the boreal forest – to store CO_2 is limited by temperature. Frozen or excessively cold soil in spring, and hot and dry summers, reduce the ability of black spruce to use carbon. On the other hand, carbon uptake is at its peak when moisture levels in soil and air are ideal and the temperature is lower.

The oceans contain substantially more carbon than the atmosphere, the biota and fossil fuels combined. Although much remains to be learned about how the oceans and the atmosphere exchange carbon dioxide, current research suggests that the oceans are absorbing about 40% of the carbon being added to the atmosphere by fossil fuel combustion.

The third important CO_2 sink is in the form of waste. Waste that is not naturally or manually recycled usually ends up in landfills, which today are constructed within impermeable barriers such as clay or a geotextile membrane. When the landfill is full, the waste is entombed under a clay or geotextile blanket that deflects rain water away from the waste. This segregation of waste from water is done to protect groundwater supplies from potentially toxic leachate; however, this action also retards the rate of natural degradation. Preliminary calculations indicate that 1.0 billion tonnes of carbon a year are being segregated in this way.

C. Increase in Greenhouse Gases

In 1995, Canadians released into the atmosphere almost 619 million tonnes of greenhouse gases, or 2% of total world emissions. According to the United Nations Convention on Climate Change, three countries – Canada, the United States and Japan – are responsible for 85% of emissions leading to the GHG increases observed between 1990 and 1995. CO_2 comes first among the GHGs produced (81% of emissions, or 500 million tonnes), followed by methane (12%), nitrous oxide (5%), and perfluorocarbons (1%). The production, transport and consumption of fossil fuels

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

account for 89% of Canadian emissions. The energy industries are the main producers of such emissions (34%), followed by the transportation industry (27%), other industries (20%), the residential sector (10%), the commercial and industrial sector (5%), and agriculture (5%).

1. Carbon Dioxide

Since the start of the pre-industrial era, the atmospheric concentration of carbon dioxide increased from perhaps 280 to 356 parts per million (ppm). More accurate measurements have shown that the concentration has risen 12 ± 1 ppm in the decade from 1970 to 1980 and had continued to rise until 1991 at approximately 1.0-1.5 ppm annually. In 1991, research scientists at the Scripps Institution of Oceanography observed that the decades-long rise in carbon dioxide had slowed abruptly to a modest 0.6 ppm per annum, while at the same time oxygen levels had increased. Although carbon dioxide (CO_2) levels in Canada showed a decrease in 1995, this was in contrast to an overall 9% increase from 1990 to 1995, the latest year for which data are available. Globally speaking, the level of CO_2 in the air has increased 30% during the past 100 years.

Unlike nitrogen, which represents almost 78% of the total quantity of gas in the atmosphere, and oxygen, which represents 21%, CO_2 only represents 0.0035%. Consequently, even a slight increase in the absolute quantity of this gas can constitute an enormous relative increase.

2. Other Greenhouse Gases

Apart from CO_2, methane (CH_4) and nitrous oxide (NO_2) are the most important greenhouse gases affected by human activity. In fact, since the end of the industrial era, the concentration of CH_4 has gone from 0.7 ppm to 1.7 ppm and that of N_2O from 275 ppb to 310 ppb. The Kyoto Protocol covered three other gases: fluorinated hydrocarbons (HFCs, used in air conditioners and as solvents, propellants and fire suppressants); perfluorocarbons (PFCs, emitted during aluminum production); and sulphur hexafluoride (emitted during magnesium production). Tropospheric ozone (O_3), CFCs and their replacement products, and hydrochlorofluorocarbons (HCFCs) are three other gases also considered to fall into the "greenhouse" category. However, the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), which has excluded the gases regulated by the Montreal Protocol with a view to protecting the ozone layer, has included other gases such as carbon monoxide (CO), the nitrogen oxides (No_x), and the non-methane organic compounds (NMOCs) that contribute to tropospheric ozone formation.

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

Molecule for molecule, methane is currently the greenhouse gas that has the most pronounced greenhouse gas effect; methane levels increased nearly 16% between 1990 and 1995. It has been scientifically estimated that, over a 100-year period, the warming effect of 1 kg of CH_4 would be 24 times greater than that of the same quantity of CO_2. On a world scale, rice paddies represent a major source of methane. In Canada, agriculture (primarily livestock production) is one of the main sources of methane, accounting for two-thirds of the man-made sources of this gas. Another 27% of Canadian methane emissions come from landfill sites. Other minor methane sources are submerged lands, fossil fuels, water treatment plants, and composting.

In 1992, scientists at the Climate Monitoring and Diagnostics Laboratory in Boulder, Colorado, presented data showing that the rate of methane increase had dropped very sharply in the southern hemisphere and plummeted to zero in the northern hemisphere. The reason for this dramatic drop is not known; however, a 1994 study indicates that it may be linked to stratospheric ozone depletion. Ozone breakdown in the presence of water vapour results in the production of free hydroxyl radicals (OH), which in turn are capable of oxidative reactions with other atmospheric components such as CH_4. CH_4 has an atmospheric lifespan of only five to ten years. Given the prediction by atmospheric scientists that ozone depletion will continue during the 21st century, it is thus possible that atmospheric CH_4 levels will either stabilize or actually fall below historic levels.

Nitrous oxide (N_2O) exists in the atmosphere in only minor amounts, but its level still increased 28% from 1990 to 1995. It is a powerful greenhouse gas with a 120-year lifespan in the atmosphere and a warming effect 310 times higher than that of CO_2 over a 100-year period. Of man-made NO_2 emissions, 70% are caused by agriculture (use of manure and fertilizer). Water treatment and composting also contribute to N_2O production.

D. New Greenhouse Gas Data

1. Ocean Flows

Climatologists made an important discovery when they realized that the oceans are the main heat distribution factor between continents. The oceans are controlled by a massive mixing process involving deep ocean currents. One example of this is the Gulf Stream in the Atlantic Ocean. The most powerful oceanic currents are those in the North Atlantic; it takes these currents some 1,500 years to circulate around the continents in a vast looping motion. Because of

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

the high volume of water displaced by this movement, the loop drops to a depth of 3,000 metres in the vicinity of Greenland. By displacing enormous quantities of hot and cold water, this process has a direct effect on coastal air temperature that comes in contact with it.

According to researchers, a combination of higher greenhouse gas levels and increased temperatures could have a spectacular effect on ocean flows. A temperature increase of only a few degrees could result in the melting of icecaps, which would in turn supply a considerable quantity of additional freshwater to the oceans. Seawater density and salinity levels would both decrease, and ocean movement would be slowed. If the oceans stopped moving completely, coastal regions would be deprived of a major heat source; as well, some continents – notably the western part of continental Europe – would become cooler. On the other hand, in the absence of ocean movement, the sea would stop absorbing CO_2, a phenomenon that currently takes care of half of the CO_2 produced in the world. According to the IPCC, if current consumption patterns continue, atmospheric CO_2 levels will double with extreme and unforeseeable climatic consequences.

Whereas temperature increases in a number of countries have been substantiated over the past few years, the east coast of Canada has paradoxically suffered severe temperature drop. In this scenario, scientists suggest that the disappearance of cod from the Gulf of St. Lawrence may not only be due to overfishing, but also to oceanic heat loss. Northern Quebec is now colder and drier than before, and is currently experiencing greater climatic variation. It is thus not difficult to imagine that with more pronounced climatic change, water levels in natural reservoirs such as the St. Lawrence River and the Great Lakes would drop even further. Such a development would particularly affect the hydroelectric and marine transportation sectors, as has already happened in the past: in 1994, these two sectors suffered losses in the order of $35 million as a result of the drop in the water levels of the Great Lakes.

2. Foraminifers and Ice-Core Data

Higher greenhouse gas levels have been confirmed in recent times by two natural phenomena: foraminifers and the glacial record. Foraminifers are small marine organisms that live at the bottom of the sea. Their skeletal composition varies according to the salinity and temperature of the water. Analysis of these creatures thus makes it possible to obtain a clear idea of the various changes that have taken place in the ocean environment. Using this approach, scientists have been able to reconstitute up to 100,000 years of weather variations. Thus, since scientists have been able

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

to observe the climatic changes in the most recent ice ages, they will probably also be able to determine fluctuations caused by the greenhouse gas effect.

Analysis of air bubbles in the ice layers piling up century after century on top of the earth's crust also makes it possible to determine the changing gaseous composition of the earth's atmosphere. Levels of CO_2 and CH_4 in the air bubbles caught in the ice give an idea of the greenhouse gases in the atmosphere at different epochs. In particular, the various research teams that have studied ice in Antarctica and Greenland and on the islands of the Canadian Arctic have observed that levels of these two gases always used to vary between two constant extremes during the Earth's successive periods of warming and cooling. This pattern has not been maintained over the past 100 years, however, since both gases have been rising to unprecedented levels. Although the CO_2 level was never above 300 ppm for a period of at least 160,000 years, it has now reached 370 ppm. The researchers have also been able to identify human activity as the source of the additional CO_2: the carbon produced by human activity is heavier than that produced naturally. They have also discovered that the current interglacial period (holocene) is the longest of the Quaternary's four interglacials. In other words, the Earth is still experiencing a relatively stable climate, whereas on the basis of phenomena associated with the previous periods, the temperature should have already begun to fall. Recent climatological reports tend to show a warming trend, however.

On the other hand, a team of Danish scientists studying the Greenland ice cap have found higher CO_2 levels after warming and not before, suggesting that higher CO_2 concentrations could be a consequence of warming rather than its cause. It therefore appears that the CO_2 factor alone is incapable of causing irreversible global warming.

Reaction to the ice-core data has been divided into two camps. On the one hand, some observers claim that the data accentuate their fears that man-made emissions of greenhouse gases will upset a natural balance and trigger a period of accelerated warming with devastating consequences. In contrast, others believe that the data show that periods of warming and cooling occur naturally, that human action was not responsible for past warming, and that it is very unlikely that it has an influence on natural climatic shifts.

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

3. Forecasting Models

Several studies to assess the various possible impacts of climatic change have been carried out in Canada and elsewhere. These climate simulations have used a combination of general atmospheric circulation and oceanic circulation models. Though the results obtained in this way are only forecasts, inherently containing a significant margin of error, they reflect what is actually happening and scientists now consider them increasingly credible. However, it has to be realized that even the models can predict different scenarios (see below). In any case, the studies also clearly show that Canadians ought to be concerned about climatic change.

Basing their work on the early assumption that a doubling of atmospheric CO_2 levels would raise the global mean temperature by as much as 4.5°C, climatologists began to develop models to predict possible climate change. According to some models, the polar ice caps would melt, flooding coastal cities and island nations. Rainfall patterns would change as well, deluging coastal regions, eroding soils and turning dry grassland regions into unproductive deserts. Further extrapolations predicted mass famine, an upsurge in disease, and an unprecedented migration of eco-refugees.

However, as more accurate information on parameters such as cloud formation, marine changes, plant growth and sulphate pollution becomes available and is factored in, the magnitude of some predicted effects has been downgraded. It must also be borne in mind that the models have an inherent degree of error that is only amplified if one model is predicated on another. The predicted effect of global warming on sea levels is perhaps one such example of forecast revision.

Climate models indicate that an increase of 1°C or more in the mean global temperature could significantly increase the probability of heatwaves. In addition to overall discomfort, such a development would raise mortality rates among the elderly, lead to greater energy demands for cooling, and increase the risk of forest fires. Some arid agricultural regions might become unproductive or require more efficient irrigation systems. Warmer, moister winters could result in more snow pack, followed by increased runoff and the danger of spring flooding. The rate of shift of ecological zones towards the poles might exceed that of natural adaptation so that human intervention might be required to seed these newly productive areas with plants originally native to warmer zones. Disease transmission models, based on climate change forecasts,

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

indicate that the endemic range of some tropical diseases – such as malaria and river blindness – could expand.

Other models indicate that an increase in average global temperature of 1-2° over the 21st century could have both beneficial and harmful effects on different areas of the world, with northern temperate and sub-arctic regions benefiting the most. Generally speaking, it has always been recognized that a warmer planet would also be a wetter planet; however, the obvious advantage of this for agriculture was tempered by claims that increased warming would result in increased transpiration, evaporation and soil desiccation. It was also claimed that rainfall would increasingly take the form of extremely violent storms, resulting in enormous runoff, flooding and soil erosion. Some researchers now challenge these claims. Published work, co-authored by Thomas Karl and two climatologists, theorizes that climate models predicting a general increase in the number and severity of tropical cyclones (hurricanes) are overly simplistic and at odds with actual climatological events. On average, the 1990s were the warmest years of the 20th century, and insurance companies during this period experienced heavy storm-related losses. Actual weather records, however, show that the frequency of severe storms and violent hurricanes was much lower than normal during the years 1991-1994. In this context, Karl and his co-authors conclude that it seems unlikely that tropical cyclones will increase significantly on a global scale. These analyses will undoubtedly have to be reviewed in light of further study and more recent weather events, such as the Saguenay and Red River floods (1995 and 1996 respectively), the ice storm in Quebec and Ontario in 1998, and the more intensified El Niño effect in 1998.

Analysis of data from the global weather station network suggests that an average global warming of 0.3-0.6°C occurred during the past century. The fact that this was not due to an increase in average diurnal temperature, but rather an increase in average nocturnal temperature, is particularly significant from an agricultural production standpoint. The lack of an increase in average daytime temperature (as of early 1997) means that crops have not experienced additional heat stress or water loss due to evaporation or transpiration. Higher average night-time temperatures, on the other hand, translate into more frost-free days and a longer growing season. Already, an increased number of frost-free days have been recorded for agricultural areas in the United States; in the Northeast, for example, the frost-free season now begins an average of 11 days earlier than it did in the 1950s.

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

It is also recognized that a level of 0.035% for atmospheric CO_2 is not sufficient for its role as a nutrient, and the addition of more of this essential building block to the air will have a fertilizing effect on crops. The vast majority of plant species tested under conditions of carbon dioxide enrichment exhibit enhanced photosynthesis, greater biomass and improved yields. It is particularly important to realize that plants grown under higher CO_2 levels show reduced stomatic conductance and more efficient use of water. Thus, previous fears that global warming would lead to increased plant transpiration, soil desiccation, plant heat stress and lower crop yields, appear to be largely unfounded.

Environment Canada, in its 1997 climate review, pointed out that, over the past century, rising temperatures were accompanied by increased annual precipitation in the order of 13% in southern Canada and up to 20% in the north, whereas the Ottawa and Agassiz agricultural research stations recorded a long-term decline in aridity. Agricultural models based on double the current levels of CO_2 indicate that most of the 57 million hectares of arable land in the sub-arctic regions of Alaska and northwestern Canada would become climatically suitable for agriculture.

Aside from these irrefutable facts, accurate information is not available on all the other parameters. Meteorological records have been kept only for a century and it cannot be conclusively determined whether recent weather trends reflect normal climatic variations or the subtle beginning of global warming. In fact, Environment Canada readings show that summer 1998 was the warmest summer on record in Canada. Studies elsewhere, particularly in England and the United States, have also corroborated that 1998 was the warmest year on the planet in the past 150 years. Although these findings do not prove that the climate is changing, they are consistent with predictions based on climate change models developed in Canada and other countries.

E. International Measures: The Kyoto Convention

In 1994, when this Convention came into effect, industrialized countries as well as countries with economies in transition made commitments to reduce their greenhouse gas emissions to 1990 levels by the year 2000. However, the Convention was not a legal instrument binding on the signatories, and these emission-reduction commitments are not going to be met. The third meeting of Convention signatories was held in 1997 in Japan. Its main objective was to quantify greenhouse gas emission reductions by adopting a legal instrument, the *Kyoto*

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

Protocol, which would require industrialized countries to reduce their greenhouse gas emissions. The planned reductions are as follows:

- 8% reduction for Switzerland and a number of central and eastern European countries;
- 7% reduction for the United States; and
- 6% reduction for Canada, Hungary, Japan and Poland.

In addition, Russia, New Zealand and Ukraine are to stabilize their greenhouse gas emissions; Norway may increase its emissions by 1%, Australia by 8%, and Iceland by 10%.

Between 2008 and 2012, emissions of the following six gases targeted by the *Kyoto Protocol* are to be reduced: carbon dioxide (CO_2), methane (CH_4), nitrous oxide (N_2O), hydrofluorocarbons (HFCs), perfluorocarbons (PFCs), and sulphur hexafluoride (SF_6). Reductions of the first three gases are to be based on 1990 levels; of the last three, on 1990 or 1995 levels. The *Kyoto Protocol* also implies the possibility of inter-country purchases of surplus quotas and voluntary emission reductions by developing countries.

The *Kyoto Protocol* focuses not only on industrial and economic measures, but also on deforestation, forest protection and tree planting projects, particularly because the world's forests can act as carbon sinks or reservoirs. The *Kyoto Protocol* also encourages projects aimed at energy efficiency, the use of renewable and alternative energies, methane reduction, changes to the energy and transportation industries, and changes to inappropriate tax measures.

At the Kyoto Conference, Canada made commitments to reduce its greenhouse gas emissions by 3% from 2008 to 2012 and by a further 5% from 2013 to 2017. In order to meet these commitments, nationwide measures and the following specific measures will have to be given priority:

- reduction in emissions of the six gases mentioned above;
- trade in greenhouse gas emission permits;
- credit-splitting between industrialized and developing countries; and
- other options such as recognition of low-carbon energy exports.

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

From the perspective of sustainable development, Canada also wants to help developing countries by transferring technology that encourages both emission reduction and economic growth.

PARLIAMENTARY ACTION

On 25 March 1991, the House of Commons Standing Committee on Environment tabled its report *Out of Balance: The Risks of Irreversible Climate Change*, to Parliament. The report contains 25 recommendations and calls for significantly increased Canadian initiatives to reduce domestic greenhouse gas emissions, particularly carbon dioxide.

On 4 December 1992, Canada ratified the *Framework Convention on Climatic Change* and on 29 April 1998 it signed the Kyoto Convention. The Climate Change Secretariat, created in 1998 to manage and support the national engagement process and the development of a national implementation strategy, reports to Environment Canada and Natural Resources Canada. The Minister of Natural Resources is responsible for developing and coordinating the national strategy and works closely with the industrial sectors. The Minister of the Environment is responsible for Canada's international climate change program and will continue to develop environmental policies, particularly with respect to climate and public awareness.

The federal government is seeking to achieve three main goals through the Secretariat. First, it is the government's key agency for the formulation of internal climate change policies and programs. Second, it has set up the Climate Change Action Fund ($150 million over three years), with four activity areas, including the creation of 16 issue tables (groups).

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

THE 16 ISSUE TABLES AND GROUPS

The first eight issue tables	The other eight issue tables
Analysis and Modelling	Agriculture and Agri-Food*
Credit for early action*	Buildings*
Electricity*	Tradable Permits Working Group*
Kyoto Mechanisms*	Industry*
Sinks (carbon sequestration)*	Municipalities*
Public education and outreach*	Enhanced Voluntary Action*
Technology*	Science, Impacts and Adaptation*
Transportation*	Forest Sector*

* Issue tables that have submitted their options report since the fall of 1999.

Source: Website of the National Climate Change Secretariat: http://www.nccp.ca/html/index.htm

The aim of the issue tables is to make possible an enhanced contribution to research, analysis and assessment of opportunities for reducing greenhouse gas emissions. Their job is to determine the advantages and disadvantages of the various options open to Canada. They comprise representatives of all aspects of the stakeholders in a given sector or area, including the government, industry and environmental NGOs.

Each issue table drafted a foundation paper in which it analyzed the current situation in its respective sector or area as well as the challenges and opportunities. Each table also had to prepare, for the autumn of 1999, an options report assessing emissions reduction scenarios, possibilities and obstacles, implementation timetables, impacts on Canada's competitiveness, and various anticipated costs and benefits, in particular as regards Canadian society in general, the economy, the environment and health (see table above). Governments will review and analyze the options in the reports, to determine what measures should be taken, and in what order of priority, to meet the challenges of climate change. The results of this review will form the core of the national implementation strategy presented to the federal, provincial and territorial energy and environment ministers in a series of meetings in 2000 and 2001.

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

Third, Canada has been involved in launching two voluntary projects to encourage GHG emission reductions.

- The Greenhouse Gas Trade and Reduction Pilot Project will enable an entity that has reduced emissions to transfer its surplus emission rights to another entity. In the long term, this trading should reduce the overall cost of reducing GHG emissions. Proposed by British Columbia, the Pilot Project brings together representatives of industry, unions, environmental groups and all levels of government.
- The Pilot Emissions Reduction Trading Project is designed to assess the trade in emission credits as a tool for reducing smog and other pollutants found in the Windsor-Quebec City corridor. Proposed by Ontario, it also includes representatives of industrial sectors and government.

CHRONOLOGY

1958 - Dr. Charles Keeling began monitoring the concentration of carbon dioxide in the atmosphere at a station on Mauna Loa in Hawaii. The atmospheric concentration of CO_2 rose from 1958 until it abruptly slowed in July 1991. It started to resume its climb in 1993.

October 1983 - The U.S. Environmental Protection Agency released a report warning that the climatic effects of atmospheric CO_2 accumulation would become apparent in the 1990s. The U.S. National Academy of Sciences issued a report on climatic change which foresaw a somewhat similar climatic alteration in the long term but viewed the situation with less apprehension.

25 September 1984 - An Ottawa symposium on "Global Change," sponsored by the International Council of Scientific Unions, discussed a proposal to establish an International Geosphere-Biosphere Program "to assess trends in natural and anthropogenic global change anticipated for the next 50-100 years."

27-30 June 1988 - The "World Conference on the Changing Atmosphere: Implications for Global Change" (Toronto, Canada) brought together scientists and policy-makers from 46 countries as a first step towards an international convention for the protection of the atmosphere.

1988 - The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) was created in order to assess scientific knowledge about climate change.

November 1990 - The World Climate Conference in Geneva, attended by approximately 130 countries, failed to agree on a strategy for addressing the existence of climate change. The final conference statement said that "we urge all developed countries to establish targets and/or feasible national programmes or strategies which will have significant effects on limiting emissions of greenhouse gases not controlled by the Montreal Protocol."

The second World Climate Conference presented the first IPCC assessment report, which provided scientific confirmation of the existence of climate change, thus opening the door to development of an international convention.

December 1990 - Environment Canada confirmed Canada's commitment, made at the World Climate Conference, to "stabilize national emissions of ... CO_2 and other greenhouse gases at 1990 levels by the year 2000."

25 March 1991 - The House of Commons Standing Committee on Environment tabled its report *Out of Balance: The Risks of Irreversible Climate Change*.

1992 - Atmospheric methane concentrations appeared to approach stabilization at approximately 1.6 ppm, and the rate of increase in atmospheric N_2O accumulation slowed.

February 1992 - The IPCC stated that the global-warming effect of CFCs is approximately balanced by CFC destruction of another greenhouse gas-ozone.

June 1992 - The *United Nations Framework Convention on Climatic Change* was adopted at the United Nations Earth Summit held in Rio de Janeiro. By 7 September 2000, 186 countries had ratified it. The *Convention*, in effect since 21 March 1994, is aimed at stabilizing greenhouse gas concentrations at levels to prevent interference with human activity and the climate system. The Parties to the *Convention* were to determine a greenhouse gas emission stabilization level, set a timetable, develop effective policies, and design technological changes.

4 December 1992 - Canada ratified the *United Nations Framework Convention on Climate Change.*

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

November 1994 - A University of Cambridge study documented that CFCs, through their destruction of ozone and release of OH radicals, cause the oxidization of methane and the formation of highly reflective clouds around sulphate condensation nuclei. CFCs are now recognized as potent global cooling agents.

April 1995 - The Conference of the Parties (COP) is responsible for promoting and reviewing implementation of the *Convention*. The COP includes all countries having ratified the *Convention*. At the first session, COP 1, held in 1995 in Berlin, participants noted that the commitments that had been made were inadequate; they considered it appropriate to negotiate a protocol to ratify commitments to reducing greenhouse gas emissions beyond the year 2000. Their initial objective was to have these new commitments adopted at COP 3, to be held in 1997 in Kyoto.

December 1995 - The IPCC's second report stated: "... the balance of evidence suggests that there is a discernible human influence on global climate."

1996 - COP 2, held in Geneva, reviewed progress made since COP 1, reviewed national communication processes, and endorsed the second IPCC report by the international group of experts on climate changes.

December 1997 - COP 3 was held in Kyoto, with the objectives of adopting the mandate developed at COP 1, reviewing again national communication processes, and reviewing international action on climate change. The signing of the *Kyoto Protocol* began on 16 March 1998 and ended 16 March 1999. The *Protocol* is to come into effect once at least 55 countries, responsible for 55% of emissions produced by developed countries, have signed.

29 April 1998 - Canada signed the *Kyoto Protocol*.

November 1998 - COP 4 was held in Buenos Aires, Argentina, following a series of preparatory meetings in Bonn, Germany. The countries present signed the Buenos Aires Action Plan, which has a number of provisions, notably for implementing the three Kyoto Convention mechanisms (inter-country trades of emission permits, joint implementation, self-development).

25 October 1999 - COP 5 was held on 25 October 1999 in Bonn, Germany. Essentially a technical gathering, it paved the way for the next decision-making world conference in the Netherlands in 2000.

- **At the Bonn conference, more than 60 countries said they were ready to ratify the *Kyoto Protocol* so that it would come into force before the end of 2002. However, this number was still not enough to give the *Protocol* force of law, because the number of signatory countries did not meet the specific requirement of *55 countries whose emissions total 55% of planetary omissions*, the United States having refused to sign. No target date has been chosen for the *Protocol*'s coming into force, but the environment ministers agreed to step up negotiating efforts so that this can occur before the end of 2002.(1)**

SELECTED REFERENCES

Agriculture and Agri-Food Canada. *The Health of Our Air: Toward Sustainable Agriculture.* Research Branch, 100 p., 1999.

Anklin, M. *et al.* "Climate Instability During the Last Interglacial Period Recorded in the GRIP Ice Core." *Nature*, Vol. 364, 15 July 1993, pp. 203-207.

Anonymous. "Gaz à effet de serre et changements climatiques : les glaces de l'Antarctique parlent." *Le Monde*, Wednesday, 9 June 1999.

Bruce, Jim and Henry Hengeveld. "Our Changing Northern Climate." *GEOS*, Vol. 14, No. 1, Winter 1985, pp. 1-6.

Canadian Broadcasting Company. Interview with Ian Clark, Professor, Earth Sciences Department, University of Ottawa. 22 November 1998.

Canadian Press. "Ottawa ratifiera l'*Accord de Kyoto*, malgré les objections de Ralph Klein." *La Presse*, Tuesday,18 August 1998.

"The Changing Atmosphere: Implications for Global Security." *Conference Statement.* 27-30 June 1988, Toronto, Canada (available through Environment Canada, Policy Branch).

Dickinson, R.E. and Cicerone, R.T. "Future Global Warming from Atmospheric Trace Gases." *Nature*, Vol. 319, 9 January 1986, pp. 109-115.

---

(1) Louis-Gilles Francoeur, « Réchauffement climatique : nouvelle pomme de discorde à la conférence de Bonn », *Le Devoir*, Friday, 5 November 1999.

Environment Canada.

- Internet Site. "Greenhouse Gases – Background." *The Green Line*, June 1999.
- "Warmest Summer on Record." News Release. 16 September 1998.

Francoeur, Louis Gilles.

- "L'effet de serre déréglera les saisons et réchauffera le Nord canadien." *Le Devoir*, Ecology Section, Tuesday, 25 November 1997.
- "Les réserves d'eau d'hydro-Québec continuent de baisser." *Le Devoir*, Ecology Section, Saturday, 30 May 1998.
- "Un tiers du fleuve manque à l'appel." *Le Devoir*, Ecology Section, Tuesday, 4 May 1999.

Goodale, the Honourable Ralph, Minister of Natural Resources Canada. "Post Kyoto: Moving Forward on Climate Change." Notes for an Address. Ottawa, 5 December 1997.

Government of Canada. *Canada's Second National Report on Climate Change – 1997*. May 1997, 164 p.

Hengeveld, H. "1994-95 in Review, An Assessment of New Developments Relevant to the Science of Climate Change." *CO_2/Climate Report, A Periodical Newsletter Devoted to Current Events in CO_2/Climate Research*, Environment Canada, Issue 97-1, Spring 1997, 52 p.

Hobbie, John *et al.* "Role of Biota in Global CO_2 Balance: The Controversy." *BioScience*, Vol. 34, No. 8, September 1984, pp. 492-498.

Johnsen S.J. *et al.* "Irregular Glacial Interstadials Recorded in a New Greenland Ice Core." *Nature*, Vol. 359, 24 September 1992.

Karl, T.R. *et al.* "The Coming Climate." *Scientific American*, Vol. 276, May 1997, pp. 78-83.

Malone, T.F. and J.G. Roederer (eds.). *Global Change*. Proceedings of a Symposium sponsored by the International Council of Scientific Unions, 20th General Assembly, Ottawa, 25 September 1984.

Milko, Robert. *Global Warming: Policies for Amelioration*. BP-221, Research Branch, Library of Parliament, November 1989, 43 p.

Miller, G.H. and A. de Vernal. "Will Greenhouse Warming Lead to Northern Hemisphere Ice-Sheet Growth?" *Nature*, Vol. 355, 16 January 1992, pp. 244-246.

Mintzer, I.M. "A Matter of Degrees: Energy Policy and the Greenhouse Effect." *Environmental Policy and Law*, 17/6, December 1987, pp. 247-254.

Oppenheimer, Michael. "Global Warming and the Stability of the West Antarctic Ice Sheet." *Nature*, 28 May 1998, pp. 325-332.

Pearce, F. "How Northern Forests Cool the World." *New Scientist*, 2 September 1995, p. 14.

Reuters Agency. "Ocean Study Deepens Global Warming Fears." *The Globe and Mail* (Toronto), Environment Section, Saturday, 23 January 1999, p. 44.

Rubin, Edward *et al.* "Realistic Mitigation Options for Global Warming." *Science*, Vol. 257, 10 July 1992, pp. 148-266.

Stewart, the Honourable Christine, Minister of Environment Canada. "Global Climate Change." Address. Kyoto, 8 December 1997.

United Nations. "Industrialized Countries to Cut Gas Emissions by 5.2%." Press Release. 11 December 1997.

Weatherbe, Steve. "Global Warming Leaves Mark on Canadian Arctic, Conference Told." *The Globe and Mail* (Toronto), Tuesday, 23 February 1999, p. 20.

Bulletin d'actualité **79-2F**

LES GAZ À EFFET DE SERRE ET LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Christine Labelle
Division des sciences et de la technologie

Révisé le 25 septembre 2000

Bibliothèque du Parlement
Library of Parliament

Direction de la recherche parlementaire

La Direction de la recherche parlementaire de la Bibliothèque du Parlement travaille exclusivement pour le Parlement, effectuant des recherches et fournissant des informations aux parlementaires et aux comités du Sénat et de la Chambre des communes. Entre autres services non partisans, elle assure la rédaction de rapports, de documents de travail et de bulletins d'actualité. Les attachés de recherche peuvent en outre donner des consultations dans leurs domaines de compétence.

THIS DOCUMENT IS ALSO PUBLISHED IN ENGLISH

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

TABLE DES MATIÈRES

PAGE

DÉFINITION DU SUJET 1

CONTEXTE ET ANALYSE 2

A. Le gaz carbonique et le phénomène d'effet de serre 2

B. Les sources et les réservoirs de gaz carbonique 3

C. L'augmentation des gaz à effet de serre (GES) 5
1. Gaz carbonique 5
2. Autres gaz à effet de serre 6

D. Nouvelles données sur les GES 7
1. Le brassage des océans 7
2. Foraminifères et archives de glace 9
3. Les modèles de prévisions 10

E. Mesures internationales : le protocole de Kyoto 13

MESURES PARLEMENTAIRES 15

CHRONOLOGIE 17

BIBLIOGRAPHIE SÉLECTIVE 21

CANADA
LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

LES GAZ À EFFET DE SERRE ET LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES*

DÉFINITION DU SUJET

Selon la théorie de l'effet de serre, le rejet dans l'atmosphère de grandes quantités de gaz carbonique et, de façon tout aussi importante, d'autres gaz à l'état de traces aura pour effet de réchauffer la terre. Plusieurs climatologues, chercheurs scientifiques et groupes de défense de l'environnement estiment, à l'aide de modèles mathématiques notamment, que l'augmentation des concentrations de gaz responsables de l'effet de serre dans l'atmosphère entraînera des hausses de température suffisantes pour provoquer d'importants changements climatiques. À l'opposé, d'autres groupes de chercheurs ne sont pas convaincus de la justesse des théories sur le réchauffement. C'est que les modèles utilisés sont complexes et même les défenseurs les plus convaincus des théories sur le réchauffement reconnaissent que d'importantes données scientifiques manquent toujours et que les analyses sont souvent simplistes. Si les preuves sont difficiles à trouver, les faits, par contre, s'accumulent de plus en plus, et tendent à faire la preuve d'une relation causale entre la pollution atmosphérique et les événements météorologiques.

Afin d'évaluer, de façon globale, objective et transparente les données scientifiques, techniques et socio-économiques nécessaires à la compréhension du risque que constitue un changement climatique causé par l'activité humaine, on a créé le Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC). Parrainé par les Nations Unies, le GIEC a publié son premier rapport sur le changement climatique en 1990; à cette époque, il n'existait pas suffisamment de preuves scientifiques permettant d'affirmer que l'activité humaine influe sur le climat de la planète. Néanmoins, la *Convention-cadre sur le changement climatique* a été adoptée en 1992 à Rio afin de stabiliser les gaz à effet de serre à un niveau qui préviendrait les effets des activités humaines sur le climat. Par la suite, en 1995, le GIEC a mentionné dans son deuxième rapport que les faits tendent à démontrer que l'activité humaine influe de façon

---

* La première version de ce bulletin d'actualité a été publiée en septembre 1979. Le document a été périodiquement mis à jour depuis, et révisé en profondeur en juin 1999.

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

perceptible sur le climat mondial. Deux ans plus tard, soit en décembre 1997, plus de 160 pays ont adopté le protocole de Kyoto afin de réduire les émissions de gaz à effet de serre qui contribueraient au changement climatique. Depuis cette date, 84 pays ont signé le Protocole de Kyoto et de plus en plus d'initiatives, surtout volontaires, sont actuellement mises sur pied pour réduire les sources de pollution atmosphérique.

CONTEXTE ET ANALYSE

A. Le gaz carbonique et le phénomène d'effet de serre

La Terre reçoit de l'énergie de rayonnement du soleil; si elle ne réémettait pas cette énergie dans l'espace, elle deviendrait de plus en plus chaude. L'énergie solaire parvient à la surface de la Terre à des longueurs d'onde qui se situent surtout dans la partie visible du spectre électromagnétique. Notre planète réémet toutefois cette énergie à des longueurs d'onde plus grandes, qui se concentrent à l'extrémité des rayons infrarouges, soit dans la région « chaude » de ce spectre. Le gaz carbonique (CO_2) et la vapeur d'eau présents dans l'atmosphère ainsi que d'autres gaz qui absorbent l'infrarouge, comme l'oxyde d'azote, le méthane, les chloro-fluorocarbures et l'ozone, absorbent plus facilement l'énergie de ces rayonnements à plus grande longueur d'onde. Ce phénomène d'absorption se produit principalement dans la troposhère, soit dans la zone de l'atmosphère qui se situe entre la surface terrestre et une altitude de 10 à 15 km.

Lorsque ces molécules absorbent de l'énergie, elles provoquent un réchauffement général de l'atmosphère, phénomène désigné sous le nom « d'effet de serre ». Ces « gaz à effet de serre » jouent donc le rôle d'une sorte de « couverture thermique » autour de la Terre; lorsque leur concentration augmente dans l'atmosphère et que, par conséquent, plus d'énergie est absorbée dans l'infrarouge, les rayonnements captés par la Terre excèdent temporairement ceux qui sont réémis. La température de l'atmosphère s'élève et un nouvel équilibre des rayonnements s'établit.

Selon des prévisions préliminaires, la hausse de la température moyenne de la basse atmosphère que pourrait provoquer un doublement de l'actuelle concentration de CO_2 varierait entre 1,5 et 4,5 degrés C. Le modèle de J. Mitchell et de ses collègues du Bureau météorologique du Royaume-Uni, qui est plus complexe, tient compte du phénomène d'effet de retour et prévoit un réchauffement moyen maximum en surface de l'ordre de 1,9 à 2,5 degrés C. Dans son examen des rapports techniques et documents scientifiques récents traitant des

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

changements climatiques, Environnement Canada a indiqué en 1997 qu'un doublement des niveaux de CO_2 entraînerait une élévation de la température mondiale moyenne d'au moins 0,98 °C. On pense qu'au cours du siècle écoulé cette température moyenne a déjà augmenté de 0,3 à 0,6 °C et pourrait continuer à s'intensifier au cours des cent prochaines années.

B. Les sources et les réservoirs de gaz carbonique

C'est le gaz carbonique ou dioxyde de carbone qui transporte le carbone dans le cycle du carbone. Au cours de la photosynthèse, les végétaux le captent dans l'atmosphère et le transforment en composés organiques solides; une fois ceux-ci respirés, du gaz carbonique est à nouveau émis dans l'atmosphère. Le gaz carbonique se dissout dans les océans sous forme de bicarbonate et les crustacés peuvent le transformer sous forme solide en carbonate de calcium. À très long terme, il peut être transformé en combustibles fossiles. C'est ainsi que le gaz carbonique fait partie du cycle du carbone, cycle biogéochimique qui comporte à la fois des éléments vivants et des éléments inertes.

Au cours du dernier demi-milliard d'années de l'histoire de notre planète, qui remonte à plus de 4,5 milliards d'années, un faible pourcentage du carbone présent à la surface de la Terre a été stocké dans des roches sédimentaires sous forme de combustibles fossiles. Néanmoins, on croit que dans l'histoire récente de l'humanité, un équilibre s'est établi dans l'échange de carbone entre l'atmosphère et les océans. En moins d'un siècle ou deux, les activités industrielles ont renvoyé dans l'atmosphère une partie du carbone que la nature a mis des millions d'années à accumuler dans ces combustibles fossiles.

Au niveau mondial, l'activité humaine contribue à relâcher plus de 24 milliards de tonnes de CO_2 par année. La combustion directe et l'utilisation non énergétique de combustible fossile sont responsables d'environ 98 p. 100 des émissions totales de dioxyde de carbone et de 78 p. 100 des émissions totales de gaz à effet de serre (GES). Les niveaux futurs des émissions dépendent des hypothèses que l'on pose en ce qui touche la croissance de la population, l'évolution technologique, l'économie mondiale, les économies d'énergie, les coûts des combustibles et les changements dans les sources d'énergie utilisées pour répondre aux besoins de l'homme.

Comme les biotes terrestres et les sols contiennent en gros trois fois plus de carbone que l'atmosphère, les changements qu'ils subissent peuvent entraîner une augmentation

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

ou une diminution des concentrations atmosphériques de CO_2. L'agriculture intensive et les diverses formes de développement peuvent dénuder le sol et provoquer son érosion et une perte de carbone organique. L'exploitation forestière sans régénération naturelle ou reforestation peut résulter en une perte nette de carbone si le bois est brûlé. Toutefois, si la zone exploitée est reboisée et si le bois récolté est utilisé pour la construction, il y alors captation nette de carbone.

Les calculs laissent supposer que, de la quantité totale de CO_2 produite par l'activité humaine depuis un siècle, seulement la moitié est restée dans l'atmosphère; le CO_2 doit être absorbé ou stocké quelque part, sinon sa concentration dans l'atmosphère serait bien supérieure à celle qu'on a observée. Plusieurs phénomènes agiraient donc comme réservoir de dioxyde de carbone, c'est-à-dire qu'ils absorberaient une partie du CO_2 de l'atmosphère, contribuant à diminuer sa concentration.

Par exemple, l'introduction de nouvelles cultures dans des zones où le climat ne s'y prêtait pas et la fertilisation des plantes en vue d'en stimuler la croissance peuvent fort bien compenser une bonne partie des pertes de carbone attribuables au déboisement et à l'exploitation du sol. De plus, on s'est aperçu que des concentrations plus élevées de CO_2 stimulent et accélèrent la croissance des plantes dans la vaste majorité des espèces étudiées.

Les forêts constituent probablement le réservoir de CO_2 le plus important sur Terre, à moins qu'elles ne soient au contraire une source de carbone, ce qui reste pour l'instant à être vérifié scientifiquement. Au Canada, le ministère des ressources naturelles a mis sur pied le projet BOREAS (the Boreal Ecosystem Atmosphere Study), un projet multidisciplinaire, à échelle internationale, qui permet l'étude des forêts boréales du Canada. Ce programme vise à amasser de l'information sur la forêt boréale, telle son interaction avec l'atmosphère, sa capacité à emmagasiner le CO_2 et sa vulnérabilité au changement climatique. Selon les données les plus récentes, la capacité de captage de CO_2 par les conifères, composantes majeures de la forêt boréale, est limitée par la température. En effet, le sol gelé ou trop froid du printemps ainsi que le climat estival chaud et sec diminuent la capacité des épinettes noires à utiliser le carbone. À l'opposé, le captage est maximal lorsque les taux d'humidité du sol et de l'air sont idéaux et la température, moins chaude.

Les océans contiennent beaucoup plus de carbone que l'atmosphère, la biosphère et les combustibles fossiles réunis. Bien qu'il reste encore beaucoup à apprendre sur les échanges de gaz carbonique entre les océans et l'atmosphère, les recherches menées jusqu'à

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

maintenant permettent de supposer que les océans absorbent environ 40 p. 100 du carbone libéré dans l'atmosphère par l'utilisation de combustibles fossiles.

Les déchets constituent à prime abord le troisième réservoir important de CO_2, si on exclut toutefois le fait important qu'ils produisent du méthane, un gaz à effet de serre majeur. Ce phénomène est discuté plus loin dans le texte. Lorsque les déchets ne sont pas recyclés naturellement ou manuellement, ils se retrouvent habituellement dans des sites d'enfouissement. Les sites d'enfouissement sont entourés de barrières imperméables constituées, par exemple, d'argile ou de membranes géotextiles. Lorsque le site est plein, les déchets sont ensevelis sous une couche d'argile qui les isole de l'eau de pluie. Cet isolement des déchets vise à protéger les eaux souterraines contre les lixiviats qui pourraient se révéler toxiques. Toutefois, ces mesures retardent aussi la décomposition naturelle des déchets. D'après des calculs préliminaires, on isolerait ainsi un milliard de tonnes de carbone par an.

C. L'augmentation des gaz à effet de serre (GES)

En 1995, les Canadiens ont rejeté dans l'atmosphère près de 619 millions de tonnes métriques (tm) de gaz à effet de serre, ce qui équivaut à 2 p. 100 des émissions mondiales. Selon la Convention-cadre des Nations Unies sur le changement climatique le Canada, les États-Unis et le Japon sont les principaux responsables (85 p. 100 des émissions) de l'augmentation des gaz à effet de serre constatée entre 1990 et 1995. Le CO_2 arrive au premier rang des GES produits (81 p. 100 des émissions ou 500 millions tm), suivi du méthane (12 p. 100), de l'oxyde nitreux (5 p. 100) et des perfluorocarbones (1 p. 100). Quatre vingt-neuf pour cent des émissions canadiennes sont attribuables à la production, au transport et à la consommation de combustibles fossiles. Les industries énergétiques sont les principales responsables de ces émissions (34 p. 100), suivies du secteur des transports (27 p. 100), des autres industries (20 p. 100), du secteur résidentiel (10 p. 100) et du secteur commercial et industriel (5 p. 100) ex-aequo avec l'agriculture (5 p. 100).

1. Gaz carbonique

Depuis le début de l'ère pré-industrielle, la concentration de gaz carbonique dans l'atmosphère est passée d'environ 280 à 356 parties par million en volume (ppmv). Des calculs plus précis indiquent que cette concentration a augmenté de 12 ± 1 ppm de 1970 à 1980 et qu'elle a continué d'augmenter d'environ 1 à 1,5 ppm chaque année jusqu'en 1991. En 1991,

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

des chercheurs de la Scripps Institution of Oceanography ont remarqué que l'augmentation de la concentration de gaz carbonique qui durait depuis des décennies a soudainement cessé, se stabilisant à 0,6 ppm par année seulement, et qu'elle s'est accompagnée d'une hausse de la concentration d'oxygène. Même si elle a également diminué en 1995, la concentration canadienne de CO_2 a augmenté de 9 p. 100 entre 1990 et 1995, année pour laquelle on dispose les plus récentes données. Depuis 100 ans, la concentration de dioxyde de carbone dans l'air s'est accrue de 30 p. 100.

Contrairement à l'azote, qui représente près de 78 p. 100 du total des gaz atmosphériques, et à l'oxygène qui en représente 21 p. 100, le gaz carbonique ne forme que près de 0,035 p. 100 de ces gaz. Par conséquent, une petite augmentation de la concentration de ce gaz se traduit par un accroissement énorme en pourcentage.

2. Autres gaz à effet de serre

Outre le CO_2, le méthane (CH_4) et l'oxyde nitreux (N_2O) sont les plus importants GES à subir l'influence des activités humaines. Depuis l'ère pré-industrielle en effet, la concentration de CH_4 est passée de 0,7 à 1,7 ppmv et celle du N_2O, de 275 à 310 ppbv. Dans le protocole de Kyoto, il est question de trois autres gaz, à savoir les hydrofluorocarbures (HFC, utilisés pour la régulation climatique et aussi comme solvants, propulseurs et agents extincteurs), les perfluorocarbones (PFC, produits lors de la fabrication d'aluminium) et l'hexafluorure de soufre (SF_6), produit pendant la fabrication du magnésium). L'ozone troposphérique (O_3), les CFC et leurs produits de remplacement constituent également des gaz à effet de serre, de même que les hydrochlorofluorocarbures (HCFC). La Convention-cadre sur les changements climatiques, qui exclut les gaz réglementés par le Protocole de Montréal relatif à la protection de la couche d'ozone, inclut toutefois dans la liste des GES d'autres gaz comme le monoxyde de carbone (CO), les oxydes d'azote (NOx) et les composés organiques autres que le méthane (COVAM) qui contribuent à la formation d'ozone troposphérique.

Le méthane est actuellement, molécule pour molécule, le GES qui produit le plus fort effet de serre; sa concentration a augmenté de près de 16 p. 100 entre 1990 et 1995. Les scientifiques ont évalué que, sur une période de 100 ans, la capacité de réchauffement provoqué par 1 kg de CH4 serait de 21 fois supérieure à celle provoquée par la même quantité de CO_2. À l'échelle mondiale, les rizières constituent une importante source de méthane. Au Canada,

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

l'agriculture (majoritairement l'élevage du bétail) est l'une des principales sources de méthane, puisqu'elle compte pour environ les deux tiers des origines anthropiques de ce gaz. Les sites d'enfouissement contribueraient quant à eux à 27 p. 100 des émissions canadiennes de méthane. Les terres submergées, les combustibles fossiles, le traitement des eaux usées et le compostage sont d'autres sources de méthane de faible importance.

En 1992, les scientifiques du laboratoire de surveillance et de diagnostics climatiques de Boulder, au Colorado, ont démontré, données à l'appui, que le taux d'augmentation du méthane a baissé très brusquement dans l'hémisphère sud et qu'il est soudainement passé à zéro dans l'hémisphère Nord. On ne connaît pas la cause exacte de cette réduction radicale du taux d'augmentation du CH_4, mais selon une étude menée en 1994, il se pourrait que ce phénomène soit lié à l'appauvrissement de la couche stratosphérique d'ozone. En effet, la décomposition de l'ozone en présence de vapeur d'eau entraîne la production de radicaux libres d'hydroxyle (OH) qui, à leur tour, sont capables de s'oxyder au contact d'autres substances chimiques présentes dans l'atmosphère comme le CH_4. Ce dernier gaz ne demeure dans l'atmosphère que de cinq à dix ans. Par conséquent, étant donné que les spécialistes de l'atmosphère prévoient que l'appauvrissement de la couche d'ozone se poursuivra durant le XXI^e siècle, il est possible que les concentrations atmosphériques de CH_4 se stabilisent ou chutent en fait sous leurs niveaux historiques.

L'oxyde nitreux se trouve en très petites quantités dans l'atmosphère, mais sa concentration a augmenté de 28 p. 100 entre 1990 et 1995. C'est un puissant gaz à effet de serre, qui subsiste jusqu'à 120 ans dans l'atmosphère et dont le potentiel de réchauffement est de 310 fois supérieur à celui du CO_2 sur une période de 100 ans. L'agriculture (utilisation de fumier et d'engrais) contribue pour 70 p. 100 du total des émissions de N_2O d'origine anthropique. Le traitement des eaux usées et le compostage contribuent également à la production de N_2O.

D. Nouvelles données sur les GES

1. Le brassage des océans

Les climatologues ont fait une importante découverte lorsqu'ils ont constaté que l'océan est le principal facteur de distribution de la chaleur sur les continents. En effet, les océans sont régis par des brassages gigantesques que l'on connaît sous le nom de grands courants, tel le courant du Gulf Stream dans l'océan Atlantique. Par exemple, les courants de

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

l'Atlantique Nord, qui sont les plus puissants, effectuent, autour des continents, un trajet en forme de boucle qui s'étend sur 1 500 ans. En raison de la grande densité de l'eau qu'elle déplace, cette boucle descend jusqu'à 3 000 m de profondeur au niveau du Groenland, déplaçant ainsi d'importants volumes d'eau chaude et froide, qui modifient ensuite la température de l'air côtier à leur contact.

Selon les chercheurs, une augmentation des GES et, par conséquent, de la température pourrait avoir un effet spectaculaire sur ce mouvement. Un accroissement de seulement quelques degrés de la température pourrait avoir comme résultat de stimuler la fonte des glaces, ce qui créerait un apport d'eau douce important dans les océans. La salinité de l'eau de mer ainsi que sa densité diminueraient, ce qui ralentirait la vitesse de la boucle. Un arrêt total de ce courant priverait les côtes d'un apport de chaleur important, qui aurait comme conséquence un refroidissement de certains continents, plus particulièrement la partie occidentale du continent européen. D'autre part, l'absence de brassage impliquerait un arrêt de l'absorption du CO_2 par la mer, phénomène qui représente actuellement la moitié du CO_2 produit. Selon le Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC), si les habitudes actuelles de consommation sont maintenues, la concentration atmosphérique de CO_2 doublera, ce qui amènera des conséquences climatiques extrêmes et imprévisibles.

Alors que des hausses de température ont été constatées dans plusieurs pays depuis quelques années la côte est du Canada a, paradoxalement subit les refroidissements les plus marqués. La disparition de la morue dans le Golfe du Saint-Laurent, par exemple, ne serait pas seulement reliée à la pêche excessive par les pêcheurs; des chercheurs l'attribuent en partie au refroidissement des eaux. Le nord du Québec, plus froid et plus sec qu'auparavant, connaît aussi une plus grande variabilité dans son climat. On peut donc imaginer que si le problème du changement climatique prend de l'ampleur, la baisse du niveau d'eau sera encore plus grande dans les réservoirs d'eau, dont les principaux sont le fleuve Saint-Laurent et les Grands Lacs. Ce phénomène aura des répercussions notamment sur les secteurs de l'hydroélectricité et du transport maritime, comme en témoigne le passé : en 1964, la baisse du niveau des Grands Lacs a occasionné des pertes de 35 millions de dollars dans ces deux secteurs.

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

2. Foraminifères et archives de glace

Le phénomène d'augmentation des gaz à effet de serre est aujourd'hui prouvé grâce à l'étude de deux phénomènes naturels, à savoir les foraminifères et les archives de glace. Les foraminifères sont de petits organismes marins qui vivent au fond des océans. La composition de leur squelette varie en fonction de la salinité et de la température de l'eau. L'analyse de ces animaux permet donc de se faire une bonne idée des changements qui se sont produits dans le passé en milieu océanique puisqu'elle permet aux scientifiques de reconstituer jusqu'à 100 000 ans d'histoire. Jusqu'à maintenant, il a été possible aux chercheurs d'observer les changements climatiques des dernières époques glaciaires; les perturbations appréhendées à cause d'une augmentation des gaz à effet de serre seront donc probablement observables.

L'analyse des bulles d'air contenues dans les couches de glace s'empilant siècle après siècle sur la croûte terrestre permet aussi de recueillir et de compiler de l'information sur le contenu en gaz de l'atmosphère. Les concentrations de CO_2 et de CH_4 emprisonnées dans les bulles d'air de la glace donnent une idée des GES présents dans l'atmosphère à différentes époques. Les différentes équipes de chercheurs, qui étudient les glaces de l'Antarctique, du Groenland et des îles canadiennes de l'Arctique, ont observé notamment que les concentrations des deux gaz ont toujours varié entre deux bornes stables lors des réchauffements et refroidissements successifs de la Terre. Cette alternance est toutefois rompue depuis 100 ans, puisque les deux gaz ont atteint des niveaux jamais observés auparavant. En effet, alors que la concentration de CO_2 n'avait jamais dépassé les 300 ppm depuis au moins 160 000 ans, elle atteint aujourd'hui 370 ppm. Les équipes de recherche ont également pu déterminer la source de CO_2, à savoir les activités humaines, étant donné que le carbone produit par ces activités est plus lourd que celui produit par des sources naturelles. Les chercheurs ont aussi constaté que la période interglaciaire actuelle (l'holocène) est la plus longue des quatre périodes interglaciaires du quaternaire. En d'autres mots, il règne sur Terre un climat relativement stable alors que si l'on se fie aux périodes précédentes, la température aurait déjà dû commencer à baisser. Or, la température a plutôt tendance à augmenter, si l'on se réfère aux rapports récents des climatologues.

À l'opposé, une équipe de scientifiques danois, en analysant la calotte glaciaire du Groenland, a constaté quant à elle que les niveaux de CO_2 étaient plus élevés après une période de réchauffement, et non avant. Par conséquent, il semble que les concentrations plus

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

importantes de CO_2 aient été une conséquence du réchauffement, et non sa cause. Dans cette perspective, le CO_2 ne pourrait à lui seul causer un réchauffement irréversible.

Les résultats des analyses sur la calotte glaciaire ont suscité des réactions contradictoires. Pour certains, les données intensifient leurs craintes en confirmant que les émissions de gaz à effet de serre produites par l'homme pourront difficilement être maintenues en équilibre et provoqueront une période de réchauffement rapide et dévastatrice. D'autres, par contre, croient que les périodes de réchauffement et de refroidissement constituent un phénomène naturel, que l'homme n'est pas responsable des réchauffements observés par le passé, et qu'il est peu probable que ses actions influent sur les changements climatiques naturels.

3. Les modèles de prévisions

Plusieurs études ont été entreprises au Canada et ailleurs afin d'évaluer les impacts possibles du changement climatique. Ces simulations du climat sont effectuées à l'aide de modèles de circulation générale de l'atmosphère, couplés à des modèles de circulation océanique. Même si les résultats de ces données ne sont en fait que des prédictions qui comportent une marge d'erreur non négligeable, les résultats sont de plus en plus réalistes, et les scientifiques les considèrent comme de plus en plus fiables. Il faut tenir compte toutefois du fait que les modèles expriment parfois des opinions différentes (voir ci-dessous). Quoi qu'il en soit, ces études montrent clairement que les Canadiens devraient se préoccuper du changement climatique.

Les climatologues ont commencé à élaborer des modèles pour prédire d'éventuels changements climatiques. En utilisant certains modèles qui se fondent sur l'hypothèse qu'en doublant la concentration du CO_2 dans l'atmosphère on augmenterait la température moyenne de la planète de 4,5°C, on a pu supposer que les calottes glacières polaires fondraient et que, conséquemment, les villes côtières et les nations insulaires seraient inondées. De plus, toujours selon ces modèles, la configuration des pluies changerait, provoquant de véritables déluges dans les régions côtières et l'érosion des sols, alors que les régions d'herbages secs deviendraient des déserts arides. Poussant plus loin les extrapolations fondées sur ces modèles, les climatologues ont prédit des famines, une recrudescence des maladies et des migrations de réfugiés écologiques sans précédent.

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

Cependant, au fur et à mesure que des informations plus précises sur la formation des nuages, les phénomènes océaniques, la croissance des plantes, la pollution par les sulfates, etc. sont recueillies et appliquées aux modèles, l'ampleur de certains résultats est réduite. Il faut garder en mémoire que les modèles comportent un certain degré d'erreur intrinsèque, lequel est multiplié lorsqu'un modèle est basé sur un autre. Un exemple de prévisions qui ont dû être corrigées est celui des effets du réchauffement de la planète sur le niveau de l'océan.

Les modèles climatiques indiquent qu'une augmentation de la température mondiale moyenne de 1 °C ou plus augmenterait de façon marquée la probabilité de vagues de chaleur. En plus de l'inconfort général qu'elles causent, les vagues de chaleur augmentent le taux de mortalité chez les personnes âgées, la demande d'énergie pour la climatisation et les risques d'incendies de forêt. Certaines régions agricoles arides pourraient devenir improductives ou exiger des systèmes d'irrigation plus efficaces. Des hivers moins froids et plus humides pourraient augmenter la couverture de neige, ce qui occasionnerait un ruissellement plus intense au dégel et une augmentation des risques d'inondation. Le rythme de l'avance des zones écologiques vers les pôles pourrait être plus rapide que celui de l'adaptation naturelle, ce qui exigerait le repeuplement artificiel des nouvelles zones productives par des espèces indigènes des régions plus méridionales. Les modèles de transmission des maladies, basés sur des modèles de changement climatique, indiquent que certaines maladies tropicales, comme le paludisme et la cécité des rivières, pourraient accroître leur aire endémique.

D'après les résultats d'autres modèles, une élévation de la température mondiale moyenne de 1 ou 2 °C au cours du prochain siècle pourrait avoir des effets à la fois bénéfiques et néfastes sur différentes régions du monde; l'effet bénéfique se ferait surtout sentir dans les zones tempérées et subarctiques. En règle générale, on a historiquement soutenu qu'un monde plus chaud serait un monde plus humide; toutefois, les avantages évidents d'une telle situation pour l'agriculture étaient tempérés par le fait qu'il y aurait aussi une augmentation de la transpiration, de l'évaporation et de la dessiccation des sols. De plus, on disait aussi que lorsque la pluie tomberait, ce serait plus souvent sous forme de tempêtes extrêmement violentes, qui causeraient énormément de ruissellement, d'inondation et d'érosion. Certains scientifiques remettent maintenant en question ces constatations. Thomas Karl et deux coauteurs climatologues estiment que les modèles prédisant des cyclones (ouragans) tropicaux plus nombreux et plus intenses sont trop simplistes et en contradiction avec ce qui se passe réellement. Les années 90 ont été, en

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

moyenne, les années les plus chaudes du siècle et les compagnies d'assurance ont connu des pertes importantes dues à des tempêtes. Cependant, les observations météorologiques montrent que de 1991 à 1994, la fréquence des tempêtes et ouragans violents a été très inférieure aux normales. Karl et ses coauteurs en concluent donc qu'il était peu probable que, à l'échelle mondiale, les cyclones tropicaux augmentent de façon significative. Ces analyses devront sans doute être revues à la lumière des études qui seront faites et des événements climatologiques des dernières années (inondations dues à la crue du Saguenay en 1995 et à celle de la rivière Rouge en 1996, verglas au Québec et en Ontario en 1998, et phénomène El Niño intensifié, en 1998).

L'analyse des données sur les observations des stations météorologiques du monde entier semble indiquer qu'au cours du siècle dernier, il y a eu un réchauffement de 0,3 à 0,6 °C de la température sur la Terre. Le fait que cela ne résulte pas d'une augmentation de la moyenne des températures diurnes, mais d'une augmentation de la moyenne des températures nocturnes, a une importance considérable pour la production agricole. Comme il n'y a pas eu d'augmentation de la température diurne (en date du début de l'année 1997), les plantes n'ont pas été soumises à un stress thermique supplémentaire ni à une déperdition d'eau accrue en raison de l'évaporation et de la transpiration. Par contre, l'augmentation des moyennes nocturnes signifie moins de journées de gel et une plus longue saison de croissance. On a déjà enregistré une augmentation du nombre de jours sans gel dans les zones agricoles des États-Unis; dans le nord-est, par exemple, la période sans gel commence maintenant, en moyenne, 11 jours plus tôt que pendant les années 50.

On sait aussi que, à une concentration dans l'atmosphère de 0,035 p. 100, le dioxyde de carbone est un élément nutritif en quantité insuffisante et que l'augmentation de la concentration agira comme un engrais pour les plantes. La très grande majorité des plantes soumises à des atmosphères enrichies en dioxyde de carbone montrent une augmentation de la photosynthèse, une plus grande production de biomasse et un meilleur rendement en produit utile. Notons en particulier que les plantes cultivées dans des atmosphères enrichies en CO_2 montrent une conductance stomatique réduite et un accroissement de l'efficacité d'utilisation de l'eau. En conséquence, les craintes que l'on avait, que le réchauffement de la planète cause un accroissement de la transpiration des plantes, une dessiccation des sols, un stress thermique et une réduction des rendements des récoltes, semblent en grande partie sans fondement.

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

Environnement Canada, dans son examen de 1997 sur le climat, signale qu'au cours du dernier siècle écoulé, avec l'augmentation de la température, les précipitations annuelles ont augmenté, en moyenne, de 13 p. 100 dans le sud du Canada et jusqu'à 20 p. 100 dans le Nord, tandis que les stations de recherches agricoles d'Ottawa et d'Agassiz ont constaté une diminution à long terme de l'aridité. Les modèles agricoles pour une atmosphère comportant le double de la concentration actuelle de dioxyde de carbone indiquent qu'une majeure partie des 57 millions d'hectares de terres arables des régions subarctiques de l'Alaska et du nord-ouest du Canada deviendrait cultivable.

Au-delà de ces faits irréfutables, on ne connaît pas de façon précise tous les autres paramètres. Les données météorologiques ne sont tenues que depuis un siècle et il n'est pas possible de dire de façon concluante si l'évolution récente du climat fait partie de variations météorologiques normales, ou marque un début discret du réchauffement de la planète. Dans les faits, les relevés d'Environnement Canada montrent que l'année 1998 a été la plus chaude jamais enregistrée au Canada. Des études effectuées ailleurs, notamment en Angleterre et aux États-Unis, ont également permis de constater que l'année 1998 a été la plus chaude enregistrée sur la planète depuis 150 ans. Même si ces résultats ne sont pas une preuve que le climat change, ils concordent avec les prédictions des modèles de changements climatiques du Canada et d'autres pays.

E. Mesures internationales : le protocole de Kyoto

En 1994, lors de l'entrée en vigueur de la Convention, les États industrialisés, de même que les pays dont l'économie est en transition, se sont engagés à ramener leurs émissions de gaz à effet de serre (GES) au niveau de 1990 au plus tard en l'an 2000. Cette convention ne constituait cependant pas un document juridique liant les signataires, et les objectifs de réduction des émissions ne seront pas atteints. La troisième réunion des signataires de la Convention cadre a eu lieu en 1997 à Kyoto, au Japon. Elle avait pour principal objectif de quantifier les réductions des émissions de GES par l'adoption d'un instrument juridique, le Protocole de Kyoto, qui obligerait les pays industrialisés à réduire leurs émissions. Les réductions d'émissions de GES prévues sont les suivantes :

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

- 8 p. 100 pour la Suisse et pour plusieurs états d'Europe centrale et d'Europe de l'Est;
- 7 p. 100 pour les États-Unis;
- 6 p. 100 pour le Canada, la Hongrie, le Japon et la Pologne;

D'autre part, la Russie, la Nouvelle-Zélande et l'Ukraine stabiliseront leurs émissions tandis que la Norvège pourra accroître ses émissions de 1 p. 100, l'Australie de 8 p. 100 et l'Islande de 10 p. 100.

La réduction des émissions des six gaz suivants, qui sont visés par le Protocole de Kyoto, devrait avoir lieu entre 2008 et 2012 : le dioxyde de carbone (CO_2), le méthane (CH_4) et l'oxyde nitreux (N_2O) ainsi que les hydrofluorocarbures (HFC), les perfluorocarbones (PFC) et les hexafluorures de soufre (SF_6). Dans le cas des trois premiers gaz, la réduction sera fondée sur les quantités mesurées en 1990, tandis que dans le cas des trois autres, elle sera basée, au choix, sur les données de 1990 ou celles de 1995. Le Protocole implique également la possibilité d'achats de quotas excédentaires d'un pays par un autre et la réduction volontaire des émissions par les pays en voie de développement.

En plus des actions prises au niveau des activités industrielles et du secteur économique, le Protocole insiste sur le problème de la déforestation, sur la protection des forêts et sur la mise en branle de projets de plantation, notamment en raison du rôle que peuvent jouer les forêts mondiales en tant que puits ou réservoir de carbone. Il favorise aussi les projets d'efficacité énergétique et de sources d'énergie renouvelable et de remplacement, les projets de réduction du méthane, ainsi que les modifications dans les secteurs de l'énergie et du transport et des mesures fiscales inaptes.

À Kyoto, le Canada s'est engagé à diminuer ses émissions de GES de 3 p. 100 pour la période allant de 2008 à 2012 et de 5 p. 100 supplémentaires pour celle allant de 2013 à 2017. Pour mener ces engagements à terme, il est jugé prioritaire de poser des gestes à l'échelle nationale et de prendre les mesures spécifiques suivantes :

- une réduction des six gaz susmentionnés;
- des échanges de permis d'émission de gaz à effet de serre;
- des partages de crédits entre pays industrialisés et pays en développement; et
- d'autres options telles que la reconnaissance des exportations d'énergie à faible teneur en carbone.

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

Dans une optique de développement durable, le Canada désire également aider les pays en voie de développement dans le transfert de technologies favorables à la fois à la réduction des émissions et à l'accroissement de leur économie.

MESURES PARLEMENTAIRES

Le 25 mars 1991, le Comité permanent de l'environnement de la Chambre des communes a déposé au Parlement son rapport intitulé *En rupture d'équilibre — Le risque de changements climatiques irréversibles*. Selon le rapport, qui renfermait 25 recommandations, il est nécessaire que le Canada prenne beaucoup plus d'initiatives dans le but de réduire ses émissions de gaz à effet de serre, celles de gaz carbonique en particulier.

Le 4 décembre 1992, le Canada a ratifié la *Convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques* et le 29 avril 1998, il a signé le Protocole de Kyoto. Le Secrétariat sur le changement climatique, créé en 1998 pour gérer et appuyer le processus d'engagement national et l'élaboration d'une stratégie nationale de mise en œuvre, relève d'Environnement Canada et de Ressources naturelles Canada. Le ministre des Ressources naturelles du Canada est chargé de l'élaboration et de la coordination de la stratégie nationale. Il travaille principalement de concert avec les secteurs industriels. Pour sa part, le ministre de l'Environnement est responsable du programme international du Canada sur les changements climatiques. Il continue également à élaborer les politiques en matière d'environnement, particulièrement celles qui concernent le climat et la sensibilisation du public.

Par l'entremise du Secrétariat, le gouvernement fédéral poursuit trois objectifs principaux. Il sert tout d'abord de point central pour l'élaboration de la politique et de la programmation internes du gouvernement fédéral sur les changements climatiques. Il a également mis sur pied le Fonds d'action pour le changement climatique, qui s'élève à 150 millions de dollars pour une durée de trois ans et dont les activités sont réparties en quatre volets, y compris la création de 16 tables de concertation.

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

LES 16 TABLES ET GROUPES DE CONCERTATION

Les 8 premières tables de concertation	Les 8 autres tables de concertation
Analyse et modélisation	Agriculture et agroalimentaire*
Crédits pour les mesures hâtives*	Édifices*
Électricité*	Groupe de travail sur les permis échangeables*
Mécanismes de Kyoto*	Industrie*
Puits*	Municipalités*
Sensibilisation du public*	Nouvelles mesures volontaires*
Technologie*	Science, impacts et adaptation*
Transport*	Secteur forestier*

* Tables de concertation qui ont déposé leur rapport sur les options depuis l'automne 1999.
Source : Site Web du Secrétariat national du changement climatique à : http://www.nccp.ca/html_f/index.htm.

Les tables de concertation servent à apporter une contribution poussée à la recherche, à l'analyse et à l'évaluation des occasions de réduire les émissions de gaz à effet de serre. Elles doivent déterminer les avantages et les inconvénients des diverses options qui s'offrent au Canada. Les tables regroupent des représentants de l'ensemble de la collectivité – notamment le gouvernement, l'industrie et les organismes non gouvernementaux s'occupant de l'environnement – intéressés par un secteur ou un dossier en particulier.

Chaque table de concertation a rédigé un document de base dans lequel elle analyse la situation actuelle dans son secteur ou domaine respectif, ainsi que les défis et les possibilités qui se présentent. Chacune a préparé un rapport sur les options évaluant les scénarios de réduction des émissions, les possibilités et les obstacles, les calendriers de mise en œuvre, les conséquences pour la compétitivité du Canada, ainsi que les coûts et avantages escomptés dans différents domaines, notamment en ce qui a trait à la société, à l'économie, à l'environnement et à la santé (voir le tableau ci-dessus). Les gouvernements examineront et analyseront ensuite les options que renferment les rapports afin de déterminer la nature et l'ordre de priorité des mesures à prendre pour relever le défi du changement climatique. Les résultats de cet examen formeront le noyau de la stratégie nationale de mise en œuvre qui sera présentée aux ministres fédéraux, provinciaux et

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

territoriaux de l'Énergie et de l'Environnement au cours d'une série de réunions qui se tiendront en 2000 et 2001.

Enfin, le Canada a participé à la mise sur pied de deux projets volontaires qui favorisent les actions visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES). Le premier, baptisé *Projet pilote d'échange de réductions des émissions de GES* (PÉRÉG), permettra à une organisation qui aura réduit ses émissions, de transférer à une autre organisation ses droits d'émissions. Cet échange devrait éventuellement réduire le coût global de la diminution des émissions de GES. L'initiative, lancée par la Colombie-Britannique, regroupe des représentants de tous les paliers gouvernementaux ainsi que des milieux industriels, environnementaux et syndicaux. L'autre projet, le PERT (Pilot Emissions Reduction Trading Project) regroupe aussi des représentants des milieux industriels et environnementaux. Ce programme ontarien vise à évaluer l'échange de crédits d'émission en tant qu'outil qui permettrait de réduire le smog et les autres polluants présents dans le corridor Windsor-Québec.

CHRONOLOGIE

1958 - M. Charles Keeling commence à surveiller la concentration de gaz carbonique dans l'atmosphère, à une station située à Mauna Loa, à Hawaii. La concentration de CO_2 dans l'atmosphère a augmenté à partir de 1958 jusqu'à ce qu'elle diminue brusquement en juillet 1991. Elle a recommencé à augmenter en 1993.

octobre 1983 - L'agence de protection de l'environnement des États-Unis publie un rapport prédisant que les effets climatiques de l'accumulation de CO_2 dans l'atmosphère se feront sentir durant les années 90. La National Academy of Sciences publie un rapport sur les changements climatiques dans lequel elle prédit des altérations climatiques quelque peu analogues à long terme, mais se montre moins inquiète.

25 septembre 1984 - À Ottawa, lors d'un symposium intitulé « Changement global », parrainé par le Conseil international des unions scientifiques, on discute de la création d'un international de la géosphère et de la biosphère visant à évaluer les changements naturels et causés par l'activité humaine qui surviendront au cours des 50 à 100 prochaines années.

27-30 juin 1988 - La conférence « L'atmosphère en évolution : implications pour la sécurité du globe » réunit, à Toronto, des scientifiques et des décideurs de 46 pays, en guise de première étape vers la

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

conclusion d'une convention internationale pour la protection de l'atmosphère.

1988 - Création du Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC) pour l'évaluation des connaissances scientifiques sur le changement climatique.

novembre 1990 - Les 130 pays qui participent à la Conférence mondiale sur le climat qui a lieu à Genève ne peuvent s'entendre sur une stratégie pour réagir à l'existence d'un changement climatique. Dans leur communiqué final, les participants exhortent tous les pays industrialisés à se fixer des objectifs ou à mettre sur pied des programmes et des stratégies (ou les deux) qui auront d'importantes répercussions sur la limitation des émissions de gaz à effet de serre non régies par le Protocole de Montréal.

La deuxième conférence mondiale sur le climat permet de prendre connaissance du premier rapport d'évaluation du Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat. Ce rapport confirme scientifiquement l'existence du changement climatique et trace la voie à l'élaboration d'une convention internationale.

décembre 1990 - Environnement Canada confirme l'engagement que le Canada a pris à la Conférence mondiale sur le climat de « stabiliser, d'ici l'an 2000, les émissions de CO_2 et des autres gaz à effet de serre aux niveaux de 1990 ».

25 mars 1991 - Le Comité permanent de l'environnement de la Chambre des communes dépose son rapport *En rupture d'équilibre – Le risque de changements climatiques irréversibles.*

1992 - Les concentrations de méthane dans l'atmosphère semblent sur le point de se stabiliser à environ 1,6 ppm, et le taux d'augmentation des concentrations atmosphériques de N_2O ralentit.

février 1992 - Le GIEC déclare que l'effet des CFC sur le réchauffement de la planète est à peu près compensé par leur pouvoir de destruction d'un autre gaz à effet de serre, l'ozone.

juin 1992 - La *Convention cadre sur le changement climatique* est adoptée lors du Sommet de la Terre qui se tient à Rio de Janeiro sous les auspices des Nations Unies. Au 7 septembre 2000, 186 pays avaient ratifié cette convention qui, en vigueur depuis le 21 mars 1994, vise la stabilisation des concentrations de GES à un niveau qui préviendrait l'interférence entre les activités humaines et le système climatique. Les Parties à la convention ont dû par la suite déterminer un niveau de stabilisation des émissions de gaz à effet de serre, fixer un échéancier, élaborer des politiques efficaces et développer des technologies appropriées.

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

4 décembre 1992 - Le Canada ratifie la *Convention cadre des Nations Unies sur le changement climatique.*

novembre 1994 - Une étude réalisée à l'Université de Cambridge révèle que les CFC, parce qu'ils détruisent des molécules d'ozone et entraînent la libération de radicaux OH, provoquent l'oxydation du méthane et la formation de nuages ayant un grand pouvoir de réflexion autour des particules de condensation (sulfates). On reconnaît maintenant que les CFC constituent de puissants agents de refroidissement de la planète.

avril 1995 - La première Conférence des Parties (COP 1) à la Convention cadre a lieu en 1995, à Berlin. (La Conférence des Parties a pour rôle de promouvoir et d'examiner la mise en œuvre de la *Convention cadre sur le changement climatique* et comprend tous les pays qui ont ratifié cette dernière.) Les participants y constatent que les engagements pris sont insuffisants et croient opportun de négocier, entre autres, un protocole devant quantifier les engagements à réduire les émissions de gaz à effet de serre pour la période au-delà de l'an 2000. L'objectif initial est de faire adopter ces nouveaux engagements en 1997, lors de la COP 3, c'est-à-dire celle devant avoir lieu à Kyoto, au Japon.

décembre 1995 - Le GIEC mentionne dans son deuxième rapport que dans l'ensemble, les faits tendent à démontrer que l'activité humaine influe de façon perceptible sur le climat mondial.

1996 - La COP 2, qui a lieu à Genève, permet d'examiner les progrès réalisés depuis la rencontre de Berlin, de revoir le processus des communications nationales et d'endosser le deuxième rapport du Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat.

décembre 1997 - La troisième conférence des Parties (COP 3) a lieu en décembre, à Kyoto. Elle a comme objectifs l'adoption des résultats du mandat de Berlin et le réexamen des processus de communications nationales et l'intervention internationale face au changement climatique. La signature du Protocole de Kyoto débute le 16 mars 1998 et se poursuit jusqu'au 16 mars 1999. Ce document entrera en vigueur quand au moins 55 pays représentant 55 p. 100 des émissions produites par les pays développés l'auront signé. La prochaine étape consiste à ratifier le Protocole de Kyoto, responsabilité qui revient aux dirigeants de chaque pays. La ministre de l'Environnement affirme que le Conseil des ministres ratifiera l'accord de Kyoto une fois que la stratégie nationale de réduction des émissions de GES aura été rédigée, à la fin de 1999. En date du 6 mai 1999, 84 pays ont signé le protocole et huit l'ont ratifié, mais celui-ci n'est pas encore en vigueur.

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

29 avril 1998 - Le Canada signe le Protocole de Kyoto.

novembre 1998 - La quatrième conférence des Parties (COP 4) a lieu du 2 au 13 novembre à Buenos Aires, en Argentine; elle fait suite à une série de réunions préparatrices tenues à Bonn, en Allemagne. Les pays présents signent le Plan d'Action de Buenos Aires, qui implique plusieurs éléments, notamment les modalités de trois mécanismes du protocole de Kyoto (échanges internationaux de permis d'émissions, mise en application conjointe, mécanisme de développement propre).

25 octobre 1999 - La cinquième conférence des Parties a lieu le 25 octobre 1999 à Bonn, en Allemagne. Essentiellement technique, elle sert à préparer la prochaine conférence mondiale décisive, en l'an 2000, aux Pays-Bas.

Lors de cette conférence, plus de 60 pays se disent prêts à ratifier le traité de Kyoto afin qu'il entre en vigueur avant la fin de 2002. Toutefois, ce n'est pas suffisant pour donner force de loi au traité, car le nombre de pays signataires ne correspond pas à l'exigence spécifiée (55 pays dont les émissions totalisent 55 p. 100 des émissions de la planète), les États-Unis refusant de signer. Une date butoir n'est pas arrêtée pour l'entrée en vigueur du Protocole, mais les ministres de l'Environnement se mettent d'accord pour intensifier les efforts de négociation afin que le traité entre en vigueur avant la fin de 2002[1].

novembre 2000 - La sixième séance de la Conférence des parties (COP 6) à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques aura lieu du 13 au 24 novembre à La Haye, aux Pays-Bas. Cette séance est réputée la plus importante depuis l'adoption du Protocole de Kyoto en décembre 1997. La COP 6 vise deux objectifs : susciter la ratification du Protocole de Kyoto par un nombre suffisant de pays développés pour que le Protocole entre en vigueur; et motiver des mesures notables de la part des pays en développement pour rehausser leur contribution à la réalisation des objectifs de la Convention.

---

(1) Louis-Gilles Francoeur, « Réchauffement climatique : nouvelle pomme de discorde à la conférence de Bonn », *Le Devoir*, vendredi 5 novembre 1999.

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

BIBLIOGRAPHIE SÉLECTIVE

Agence Reuters. « Ocean Study Deepens Global Warming Fears ». *The Globe and Mail*, section Environment, p. 44, 99-01-23

Agriculture et Agroalimentaire Canada. *La santé de l'air que nous respirons - Vers une agriculture durable.* Direction générale de la recherche, 100 p., 1998.

Anklin, M. *et al.* « Climate Instability During the Last Interglacial Period Recorded in the GRIP Ice Core ». *Nature*, vol. 364, 15 juillet 1993, p. 203-207.

Anonyme. « Gaz à effet de serre et changements climatiques: les glaces de l'Antarctique parlent ». *Le Monde*, mercredi 9 juin 1999.

L'atmosphère en évolution : implications pour la sécurité du globe : déclaration de la conférence (Toronto, 27-30 juin 1988). Ottawa, Environnement Canada, 1988.

Boreas Information System, Site Internet. *Summary of Results from Boreas 1993-1994.* Juin 1999.

Bruce, Jim et Henry Hengeveld. « Our Changing Northern Climate ». *GEOS*, vol. 14, n° 1, hiver 1985, p. 1-6.

Dickinson, R.E. et R.T. Cicerone. « Future Global Warming From Atmospheric Trace Gases ». *Nature*, vol. 319, 9 janvier 1986, p. 109-115.

Environnement Canada. « L'été le plus chaud des annales ». *Communiqué de presse.* 16 septembre 1998.

Environnement Canada, Site Internet. « Gaz à effet de serre - Contexte ». *La voie verte*, juin 1999.

Francoeur, Louis Gilles. « L'effet de serre déréglera les saisons et réchauffera le Nord canadien ». *Le Devoir*, section Écologie, mardi 25 novembre 1997.

Francoeur, Louis Gilles. « Les réserves d'eau d'hydro-Québec continuent de baisser ». *Le Devoir*, section Écologie, samedi 30 mai 1998.

Francoeur, Louis Gilles. « Un tiers du fleuve manque à l'appel ». *Le Devoir*, section Écologie, mardi 4 mai 1999.

Goodale, honorable Ralph, ministre des Ressources naturelles du Canada. *L'après Kyoto : aller de l'avant en matière de changements climatiques.* Ottawa, 15 décembre 1997.

Gouvernement du Canada. *Deuxième rapport du Canada sur les changements climatiques - 1997.* Mai 1997, 164 p.

Hengeveld, H. « 1994-1995 en revue : Nouveaux développements en matière de science du changement climatique ». *Bulletin sur le CO_2 et le climat* (périodique de la recherche sur le gaz carbonique et le climat). Environnement Canada, numéro 97-1, printemps 1997, 52 p.

Hobbie, John *et al.* « Role of Biota in Global CO_2 Balance: The Controversy ». *BioScience*, vol. 34, n° 8, septembre 1984, p. 492-498.

Johnsen, S.J. *et al.* « Irregular Glacial Interstadials Recorded in a New Greenland Ice Core ». *Nature*, vol. 359, 24 septembre 1992.

Karl, T.R. *et al.* « The Coming Climate ». *Scientific American*, vol. 276, mai 1997, p. 78-83.

Malone, T.F. et J.G. Roedere (éd.). *Global Change*. Compte rendu d'un symposium parrainé par le Conseil international des unions scientifiques, 20e assemblée générale. Ottawa, 25 septembre 1984.

Milko, Robert. *Le réchauffement de l'atmosphère, les solutions possibles*. BP-221F, Service de recherche, Bibliothèque du Parlement, novembre 1989, 49 pages.

Miller, G.H. et A. de Vernal. « Will Greenhouse Warming Lead to Northern Hemisphere Ice-Sheet Growth? » *Nature*, vol. 355, 16 janvier 1992, p. 244-246.

Mintzer, I.M. « A Matter of Degrees: Energy Policy and the Greenhouse Effect ». *Environmental Policy and Law*, vol. 17, n° 6, décembre 1987, p. 247-254.

Nations Unies, « Industrialized Countries to Cut Gas Emissions by 5.2 % ». *Press release*, 11 décembre 1997.

Oppenheimer, Michael. « Global Warming and the Stability of the West Antartic Ice Sheet ». *Nature*, numéro du 28 mai 1998, p. 325-332.

Pearce, F. « How Northern Forests Cool the World ». *New Scientist*, 2 septembre 1995, p. 14.

Presse canadienne, Ottawa. « Ottawa ratifiera l'accord de Kyoto, malgré les objections de Ralph Klein ». *La Presse*, 18 août 1998.

Radio-Canada. Découverte, émission du 22 novembre 1998. Interview avec Ian Clarx, professeur au département des sciences de la terre, Université d'Ottawa.

Rubin, Edward *et al.* « Realistic Mitigation Options for Global Warming ». *Science*, vol. 257, 10 juillet 1992, p. 148-266.

Stewart, honorable Christine, ministre de l'Environnement du Canada. *Déclaration*. Global Climate Change. Kyoto (Japon), 8 décembre 1997.

Weatherbe, Steve. « Global Warming Leaves Mark on Canadian Arctic, Conference Told ». *The Globe and Mail*, p. 20, 23 février 1999.